

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-208326

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 P 15/28	A	7041-3C		
B 2 3 B 27/14	A	8612-3C		
C 0 1 G 37/00		8516-4G		
C 2 3 C 14/08		7308-4K		

審査請求 未請求 請求項の数16(全 9 頁)

(21)出願番号	特願平4-124624	(71)出願人	590000031 バルツェルス アクチェンゲゼルシャフト リヒテンシュタイン国, エフエル 9496 バルツェルス (番地なし)
(22)出願日	平成4年(1992)5月18日	(72)発明者	ハンス シュルツ リヒテンシュタイン国, エフエル-9496 バルツェルス, アルテ チュレルシュトラ ーセ 792
(31)優先権主張番号	0 1 4 7 0 / 9 1 - 1	(72)発明者	エーリッヒ ベルグマン スイス国, ツェーハー-8887 メルス, サ ルガンセル シュトラーセ 58
(32)優先日	1991年5月16日	(74)代理人	弁理士 青木 朗 (外4名)
(33)優先権主張国	スイス(CH)		

(54)【発明の名称】 硬質層、硬質層で被覆された工作部品、および被覆方法

(57)【要約】

【目的】 硬質層、硬質層で被覆された工作部品、特に  
切削工具、およびその被覆方法を提供することを目的と  
する。

【構成】 硬質層は、クロム含量が5原子%より多い  
(Al, Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 混合結晶を温度900℃以下で形  
成するように構成する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 クロム含量が5原子%より多い実質的に  $(Al, Cr)_2O_3$  混合結晶体よりなることを特徴とする硬質層。

【請求項2】 好ましくは、クロム含量が10～50原子%である請求項1に記載の硬質層。

【請求項3】 好ましくは、この層が1原子%より少ないTiを含む請求項1又は2に記載の硬質層。

【請求項4】 好ましくは、断熱層として使用することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つの項に記載の層の使用法。

【請求項5】 特に切削工具であって、請求項1～3のいずれか1つの項に記載の硬質層を被覆してあることを特徴とする工作部品。

【請求項6】 温度 $\leq 900^\circ C$ 、好ましくは $\leq 500^\circ C$ に保ちながら、硬質層を被覆された請求項5に記載の工作部品。

【請求項7】 好ましくは、すべて硬質層で被覆してある請求項5又は6に記載の工作部品。

【請求項8】 好ましくは、異なる平面に、クロム含量の異なる硬質層を被覆してある請求項5～7のいずれか1つの項に記載の工作部品。

【請求項9】 好ましくは、使用のとき、あまり化学的損耗にさらされないが、摩擦により応力を受ける摩擦面のような工具面より、主に化学的損耗にさらされる工具面に、クロム含量が多い請求項8に記載の工作部品。

【請求項10】 好ましくは、切削工具として、特に回転切削チップとして使用することを特徴とする請求項5～9のいずれか1つの項に記載の工作部品の使用法。

【請求項11】  $900^\circ C$ 以下の温度に保ちながら、化学的(CVD)又は物理的(PVD)被覆方法により、工作部品に  $(Al, Cr)_2O_3$  を被覆することを特徴とする工作部品に硬質層を被覆する方法。

【請求項12】 好ましくは、実質的に酸素を含む雰囲気中で、アルミニウム及びクロムの反応性スパッタリング又は蒸着によって被覆する請求項11に記載の方法。

【請求項13】 好ましくは、アルミニウム及びクロムを、低電圧アーク放電によって蒸発させる請求項12に記載の方法。

【請求項14】 好ましくは、少なくともアルミニウムを、チタン・ライナー内で蒸発させる請求項11～13のいずれか1つの項に記載の方法。

【請求項15】 好ましくは、チタン・ライナー内のアルミニウム蒸発により製造した請求項1～3のいずれか1つの項に記載の硬質層。

【請求項16】 好ましくは、混合結晶体が、主に $\alpha$ 変態である請求項1～3のいずれか1つの項に記載の硬質層。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、請求項1の上位概念による硬質層と、請求項5により硬質層を被覆した工作部品と、請求項11により、工作部品にそのような層を被覆する方法とに関する。

【0002】

【従来の技術】 酸化アルミニウムは、とりわけ非常に高い熱力学的安定性及び比較的高い硬度を特徴とする。熱力学的安定性とは、高温の腐食性環境における抵抗性を言う。酸化アルミニウムは、腐食性媒体中の摩耗部分に使用する他に、特に工具のための層材料として、切削加工に使用する。酸化アルミニウム層は更に、光学的及び電子的目的に使用する。化学的又は物理的の気相成長(CVD又はPVC)による酸化アルミニウム層の成長は公知である。

【0003】 化学的成長の場合、塩化アルミニウムが水蒸気と反応する。R&HM, 1987年3月, H. Altena等の「Aluminiumoxid-CVD mit einem  $AlCl_3/O_2$  Reaktionsgemisch」に詳述するように、温度 $1000^\circ C$ のとき、層は最高 $0.3 \mu m/h$ の割合で成長する。この記載の方法は、硬質金属の被覆に使用する。層は結晶質を成長する、この場合、一般的に酸化アルミニウムの $\alpha$ 又は $\kappa$ 変態を生ずる、またThin Solid Film, 193/194 (1990), 536～546, S. Vuorinen等の「Characterization of  $\alpha-Al_2O_3$ ,  $\kappa-Al_2O_3$ , and  $\alpha-\kappa$  multioxide coatings on cemented carbide s」参照。

【0004】  $\alpha$ 変態は高い熱安定性を有しているから、良好な摩耗特性も示す。更にこの場合、J. Cryst. Growth, 28 (1975), 259～262, M. Kornmann等の「Nucleation of Alumina Layers on TiC and cemented Carbides by Chemical Vapor Deposition」から明らかなように、基体上の核形成は、全く不均質に行なわれるので、層には最初に中間層を被覆しなければならない。技術的プロセスでは、一般的にTiC中間層を使用する。

【0005】 塩化アルミニウムの代りに、Al供与体として、アルミニウムトリイソプロピレート、又はアルミニウムトリメチルのようなキレート化合物を使用すると、J. Applied Physics, 42 (11), 4350-4356 (1971), J. E. Carnes等の「Self-Heating Breakdown Measurements of Pyrolytic Aluminum Oxide Film on Silicon」から明らかなように、成長温度は、約 $420^\circ C$ にまで低下する。この方法は、例えば

電子回路の製造のとき使用する。この方法は、アモルファス、即ち非結晶酸化アルミ層を生ずる。

【0006】酸化アルミニウムの物理的成長では、蒸着及びスパッタリングが使用できる。そのようにして作られた層は、光学的及び電子的な用途がある。

【0007】スパッタリングによる層では、工作部品の温度が500℃未満のとき、非結晶組織を生ずる。工作部品の温度が1100℃を超えると、Am. Ceram. Soc. Bull. 56 (S), 504~508, 512 (1977), J. A. Thorntonの「Structure and Heat Treatment Characteristics of Sputter-Deposited Alumina」から明らかなように、初めてα変態の酸化アルミニウムが成長する。

【0008】Thin Solid Films, 40, 211~216 (1977), R. F. Bunshah等の「Alumina Deposition by Activated Reactive Evaporation」には、酸化アルミニウムの反応性プラズマ利用蒸着について記載する。ここでも、材料温度>1100℃から、初めてα変態に結晶層が見出される。しかし乍ら、この層の機械的特性は悪い。従って、層は、硬度が500~800HV、また多孔性で、且つ附着性が悪いと記載する。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、一方では極めて硬く、少くとも高温CVDによって成長した酸化アルミニウム層と同じ硬さであり、しかもかなり低温で製造でき、且つ経済上の理由から、成長速度、つまり工作部品上に単位時間当たり成長する層材料の量が多い酸化アルミニウムをベースとする硬質層を形成することと、このような層を有する工作部品、特に切削加工用工具と、このような層を工作部品に被覆する方法を提案することとを課題としている。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】この課題は、請求項1に記載の層と、請求項5に記載の工作部品と、請求項11に記載の方法とによって解決される。

【0011】驚くべきことに、非常に簡単な対策によって、層材料にアルミニウム、クロムを加え、通常非結晶層のみが維持される1000℃よりはるかに下の温度、500℃以下で被覆して、通常、高温CVDによってのみ達成可能なような結晶が、被覆温度1000℃より低い、即ち900℃以下、更に500℃以下で、硬質層が得られる。

【0012】今まで公知のアプローチでは、工作部品の高い温度は止むを得ないとあきらめなければならないか、あるいは工具、特に切削作業のための工具の場合に生ずる高い機械的負荷に適していない非結晶酸化アルミ

ニウム層のみを生じていた。

【0013】即ち、工作部品、特に工具上の層は、これと摩擦する加工すべき材料の摩耗作用部分及び成分より、層の硬さが高いときのみ、適切な摩耗防止作用を有することがよく知られている。このような理由から、今までは、高温CVD法により成長させた酸化アルミニウム層のみが有効な摩耗防止に使用することができた。

【0014】更にまた、機械的負荷の最高応力のとき、クラック形成によって破損しないように、層材料はある程度の結晶形成を有していなければならないことが知られている。従って、今まで公知の物理的成長（蒸着およびスパッタリング）により被覆された酸化アルミニウム層は、低硬度及び不十分な結晶化度のため、工作部品、特に工具、更に詳細には切削加工用工具の摩耗防止に適していない。

【0015】特に本発明によれば、被覆温度≤500℃の要求が満たされた、それによって高速度鋼で作られた工具でも、被覆後に工具の焼き入れを行なうことなく、硬質層を設けることができる。また、硬質金属切削工具に対しても、高い材料温度はその破断強度を減少するので、低い被覆温度への要求がある、これは本発明によって解決される。

【0016】特に、加工を断続する不連続切削加工のための工具に使用するとき、又は熱及び機械的交番負荷を受けるとき、破断強度が低くすぎると、工具は早期損傷を受けることがある。

【0017】高い被覆速度への要求は、経済的な見地によることは言うまでもない。蒸着法を用いて酸化アルミニウムを静的被覆する場合に、6μm/hの速度で製造することは、Surface and Coatings Technology, 43/44 (1990), 213~222, J. S. Yoon等の「Fabrication of Aluminium Oxide Films with High Deposition Rates Using the Activated Reactive Evaporation Technique」から公知であるが、この方法の場合でも、アモルファスの非結晶層を生ずる。1200℃で、この層を備えた工作部品を長時間赤熱することによって初めて、酸化アルミニウムのα変態を形成する。本発明について、例示的に示した図を参照し、実施例により説明する。

#### 【0018】

【実施例】本発明による硬質層は、化学的又は物理的成長方法を用いて被覆され、実質的に(Ar, Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>結晶よりなる。この場合、層を被覆する種々の方法がある：

#### 【0019】1. 開始状態

金属質のアルミニウム及びクロム

この場合には、アルミニウム及びクロムは別々に、酸素

雰囲気中でそれぞれ電子ビームにより蒸発するか、又はアルミニウム及びクロムはそれぞれ別々に電気アークを用いて蒸発するか、あるいは、それぞれ別々に、同様に酸素雰囲気中で、DC又はACスパッタリング（所謂、コスパッタリング）する。

【0020】更にこの場合、金属アルミニウムは、金属クロムと一緒に、例えばアルミニウム及びクロム粉末の混合によるようにして、この場合も電子ビーム又は電気アークを用いて蒸着又はスパッタリングすることができる。これもまた酸素雰囲気中で行なう。

#### 【0021】2. 開始状態

酸化アルミニウム及び金属クロム

この場合には、酸化アルミニウムはACスパッタリングすることができる、このとき、クロムはスパッタリングの意味において、別々にDC又はACスパッタリングする。またこの場合にも、酸化アルミニウム、及びこれと別々に金属クロムは、電子ビームを用いてそれぞれ蒸発させる。好ましくは、この場合も、成長は、反応性酸素雰囲気中で行なう。

【0022】更に、 $Al_2O_3$  及び金属クロムと一緒に電子ビーム又は電気アーク蒸着又はスパッタリングすることができる。

【0023】またイオン・プレイティングも、開始状態1及び2に使用できる。

【0024】すべての場合に、被覆プロセスは、被覆すべき材料が、温度 $\leq 900^\circ C$ 、好ましくは $\leq 500^\circ C$ にさらされるようにして行なう。

【0025】AC又はDCスパッタリング設備、電子ビーム蒸着、電気アーク蒸着又はイオン・プレイティング設備のような真空被覆設備は公知である。

【0026】現在、るつぼ内での低電圧アーク放電によって、反応性酸素雰囲気中で金属アルミニウム／クロム混合物のるつぼからの蒸発が最もよく使われている。

【0027】るつぼへの低電圧アーク放電による上述の好ましい蒸着では、更に、所謂、チタン・ライナーを使用すること、即ち銅るつぼの壁と被覆材料との間に、チタン中間層を設けることが重要であることが判った。これによって、被覆材料と銅るつぼとの間の最適な断熱が達成され、従って最小可能な熱損失が達成される、そしてチタンとの共融により、酸素によるアルミニウムの反応性がよい影響を受ける。このとき、アルミニウム及びチタンの蒸気圧力の大きな相違（5倍程度）により、蒸発して、被覆した硬質層に再び見出されるチタンの量は、非常に僅かである。しかしチタン・ライナーを使用すると、層に1原子%未満のチタン含量が検出される。

【0028】以下に実施例として、そして更に切削加工用工具、特にチップに成長させた実施例として、好ましい方法により製造された本発明による硬質層の製造実施例について説明する。例えば使用した設備は、図5に示されており、そして更に以下に簡単に説明する。

#### 【0029】A) 酸化アルミニウムのみの被覆（比較方法として）

銅るつぼ内のチタン・ライナー内のアルミニウムは、るつぼ又はライナー又はアルミニウム間に保持された低電圧アーク放電（プラズマ）によって蒸発した。このとき、最初にチタン・ライナー内に50gのタブレット状のアルミニウムを置き、チタン・ライナーを銅るつぼ内においた。真空被覆室は、圧力 $2 \times 10^{-5}$  ミリバールに排気し、そして硬質金属の工作部品を $400^\circ C$ と $600^\circ C$ との間の温度に加熱し、その後アルゴン・イオンの衝撃によってエッチングした。

【0030】このクリーニング・エッチング工程の後、低電圧アーク放電を、アルゴン圧力 $15 \times 10^{-4}$  ミリバールで、るつぼ、又はライナー又はアルミニウム上に点火した。

【0031】アーク電流80Aのとき、アルミニウムは溶融し、そしてアルミニウムの実質的蒸発を開始することなく、部分的にチタンと合金を作る。約4分後このプロセスは終わった、そしてアーク電流を120Aに上昇し、これによりアルミニウムの蒸発が開始した。上記のように、このときアルミニウムとチタンの蒸気圧力の大きな差によって、ほんの僅かのチタンのみが蒸発した。次の4分間以内にアルミニウムは、金属中間層を、硬質金属材料（硬質金属：タングステン・カーバイド+コバルト）上に被覆するために、反応ガスを添加せずに蒸発した。

【0032】その後、酸素分圧を2分間絶えず上昇させて送入するように、供給弁を絶えず開放して反応ガス酸素の送入を行なった。2分後、真空室内の全圧力を $20 \times 10^{-4}$  ミリバールに調整し、酸素流量は約200 sccm/min であった。

【0033】このときアーク電流は150Aに上げ、そして60分の被覆時間中、一定に保持した。その後、アーク放電及び酸素供給を中止した。

【0034】工作部品を冷却後、真空室を開放し、被覆した工作部品を検査した。厚さ $5 \mu m$ のレンドゲン・アモルファス酸化アルミニウム層が出来上った。原子比率2/3のアルミニウム及び酸素の他に、更に0.5原子%のチタンが層中に検出された。層硬度の測定は、マイクロ硬度試験器を用いて、0.5Nの負荷で行なった。

【0035】この場合、英国規格5411, 第6部, 1981年に規定された付則Aの「Metallic and related coatings」のピッカーズ及びクヌープのマイクロ硬度試験のクヌープ試験を使用した。検出した最高のマイクロ硬度は、 $600^\circ C$ の工作部品温度で被覆した硬質金属試料の場合に、硬度の値は1130 HK（クヌープによる硬度）であった。

#### 【0036】B) 本発明による硬質層形成

更に、他の一連の実験で、金属アルミニウム／クロム混合物を蒸発した。本発明による $(Al, Cr)_2O_3$  混

合結晶形成による層硬度の増加に努力した。これ等の実験のために、アルミニウムと、粒子の大きき0.5mmを有するクロム粉末とをよく混合し、そして上記のチタン・ライナーに入れた。蒸発のためのプロセスパラメータは、上記のアルミニウムの蒸発に対して変更しなかった。

【0037】予備実験によって、アルミニウム／クロム混合物の蒸発特性を調査した。アルミニウム及びクロムの蒸発速度の時間的変化は実質的に観察されなかった。従って減量の変化、即ちアルミニウムとクロムとの減量関係の変化によって、層の組成を変化できる。アルミニウムとクロムの混合比は90:10~50:50原子%の範囲で変更した。

【0038】このようにして形成した層の硬度試験結果を図1に示す。既に僅かなクロムの添加によって、非常にはっきりと硬度増加が生ずることが判る。約20原子%のクロム含量以上では、硬度の実質的な変化は認められない。

【0039】結晶化度の測定のため、X線回析実験を行った。

【0040】図2は、90原子%のアルミニウムと10原子%のクロムとから構成された蒸発材料を用いた、500℃のときのX線スペクトルを示す。工作部品保持材の硬質金属の反射、及びSにおける層の反射が判る。層からの反射は、酸化アルミニウムのα変態（コランダム）の202方向として識別された。方向の間隔は、2,009Åに同定された。クロム含量に応じて、方向の間隔は変位する。

試料	層	寿命 (分)
1	層なし	0.5
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5
3	(Al, Cr) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 90原子%Al, 10原子%Cr	10.5
4	(Al, Cr) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 50原子%Al, 50原子%Cr	10.0

【0043】またこのテストでは、同様にTiNを被覆したチップをテストした。TiN層は、上記の本発明による層と同じ被覆方法によって被覆した。TiNを被覆したプレートは寿命3.5分が達成された、これは上記の本発明の層により達成された寿命10~10.5分よりも実質的に悪い。

【0044】表に挙げた純酸化アルミニウム層の不満足な寿命特性は、その非結晶特性、従ってその低い硬度から生ずる。摩擦によるほとんど瞬間的な摩耗及び層の破損はこれによるものである。

【0045】5原子%以上、好ましくは10~50原子%の本発明によるクロム含量を有する機械的に非常に安定した、硬質の結晶層は、硬質材料に当然要求される機械的保護の他にも高速度鋼HSS基材の柔軟化に対する優れた断熱性を提供する。TiN層はまたこの関係においても、本発明による層より明らかに劣っている。

【0046】更に他の切削実験のために、適用分類P3

【0041】従って、50原子%のアルミニウムと50原子%のクロム組成の蒸発材料で形成した層は、方向の間隔2,037Åが測定された。コンパクトなコランダムでは、結晶格子面202方向の間隔は1,964Åであり、そしてCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>では、2,048Åである。層の固有な内部張力により、結晶格子面間隔は、張力のない試料に比べて約1~2%拡大する。この理由から、層の間隔は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及びCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の値の間の線形内挿法に比べて、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の方向に変位する。

#### B1) 本発明による層の特殊な利用

上記の方法では、高速度鋼HSSで作られたチップについて説明した。層として、一方では純アルミニウム、そして他方では本発明により、一つは90原子%のAl, 10原子%のCr、他は50原子%のAl, 50原子%のCrの組成の(Al, Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を被覆した。チップの切削面上に5μm、そして、逃げ面上に厚さ4μmの層を被覆した。プレートのジオメトリーは、付則BによるSCFT120508FNであった。

【0042】米国規格AISI1064（材料No. 1.1221）に対応する非合金鋼CK60のシャフトを切削した。この長手方向の面仕上げのため、下記の切削条件を選んだ：

切削速度	100m/分
送り	0.2mm/回転
切込み深さ	2mm
冷却	3%エマルジョン使用

寿命基準として、高摩耗に基づく高速度鋼基体材料の柔軟化を使用した。種々の層の寿命を下表に挙げる。

0の硬質金属のチップを付則Cにより被覆した。チップのジオメトリーは、付則BによるSPUN120408であった。Diss, T. H. Aachen, 1985, J. Fabriの「Anwendungsorientierte Klassifizierung und Pruefung von unbeschichteten und beschichteten Hartmetallen beim Drehen」による4つのチップ1を突出させて、取付けたシャフト3（図3）により切削した。これは断続切削のときの切削状態のシュミレーションに役立つ。チップ1の材料として、強度950N/mm<sup>2</sup>を有する熱処理可能な鋼42CrMo4（1.7225）を使用した。

#### 【0047】切削条件は

切削速度	125m/min
送り	0.2mm/回転
切込み深さ	2mm

【0048】チップは、それぞれ破断まで、あるいはチップによる衝撃回数3500まで作用させた。

【0049】未被覆チップ及び上記の本発明による方法で被覆した本発明のチップ、並びにCVD法により被覆した純 $Al_2O_3$ 層を備えた同じ強靱性等級の市場で入手可能なチップをテストした。この試料では、厚さ3 $\mu m$ の酸化アルミニウム層と保持材料との間に、更に厚さ2 $\mu m$ のTiC層を被覆した。

【0050】未被覆チップ及び本発明によるチップが、刃を損傷することなく実験目的を達成したことを認め、CVD法で被覆したチップでは、平均2500の衝

試料	層	KT ( $\mu m$ )	VB ( $\mu m$ )
1	未被覆	95	150
2	$Al_2O_3$	90	150
3	$(Al, Cr)_2O_3$ , 90原子%Al, 10原子%Cr	10	40
4	$(Al, Cr)_2O_3$ , 50原子%Al, 50原子%Cr	15	30

この実験でも、広い摩耗痕(VB)を有する軟質の非結晶酸化アルミニウム層の不十分な摩耗特性を示す。本発明による $(Al, Cr)_2O_3$ 層の結果は、この場合これ等の層の高い摩耗抵抗(小さい摩耗痕の幅)に反映しているのみならず、被覆の際の基材の強靱特性への取るに足りない影響に反映している。2つのテストした本発明による層(試料No. 3及びNo. 4)の異なる摩耗特性は、異なるクロム含有量から生じたものである。

【0053】低クロム含有量によって、高いクロム含有量(試料No. 4)の場合よりも、僅かな耐摩性(大きい摩耗痕の幅)で高い熱力学的安定性(僅かなクレータの深さ)を生ずる、この試料No. 4は、熱力学的安定性が少なく(大きなクレータの深さ)、その代り僅かな研摩摩耗傾向(僅かな摩耗痕の幅)を示す。

【0054】従って、クロム含量の選択によって、工具の異なる応力を受ける面、あるいは異なる応力を受ける工具を最適に被覆することが可能である。従って、例えば、試料No. 4による高硬度の被覆は、チップの応力を受ける逃げ面(クリアランス面)により影響を与える。一方、主に化学的摩耗にさらされる切削面(レーキ面)は、高い熱力学的安定性を有する層によって最もよく保護することができる、つまり例えば試料No. 3によるクロム含量が少ない本発明による層によって保護される。

【0055】図5に、理解を深めるため、単なる実施例として1つの装置を概略的に示した、この装置を用いて、本発明による方法を実施することができる。

【0056】図5は、本発明による被覆実施のための例示的な蒸着装置の概略図を示している。

【0057】この蒸着装置は、排気接続口20を有する真空室19と、加熱陰極22を有し、且つ真空室19と開口25を経て連通する加熱陰極室21とを有している。開口25を含む加熱陰極室21の底部26は、真空

撃後、刃が破損した。これは、公知のCVD被覆法における約1000℃の高温及び長時間の被覆から生じたものである。

【0051】次に、実験目的によって測定した、種々のチップのクレータの深さ(KT)及び摩耗痕の幅(VB)を示す。

【0052】図4に、チップにおける切削面(レーキ面)のクレータ現象及び逃げ面(クリアランス面)の摩耗痕(摩耗ランド)を概略的に示す。クレータの深さKTは、層の熱力学的安定の目安であるが、摩耗痕の幅VBは、摩損の応力抵抗能力の目安である。

室19の壁に対して電気的に絶縁されている。加熱陰極22は、電力供給装置27から給電される。開口25の下方に、真空室19の底部29を経て、冷却可能なるつぼ30があり、この内にアルミニウム及びクロムを、好ましくはTi・ライナー30a内に置く。真空室19内に、長手方向の軸線の周りに回転可能な導電性の保持器35があり、これがホルダー36上の被覆すべき工作部品3を保持する。保持器35は、その軸線の周りに回転可能に、回転板37上に配置されており、且つこれによって電気的に接続されている。回転板37は、真空室19の底部29及び壁に対して電気的に絶縁されている。ホルダー36は、保持器35と、例えば導電接続されている。

【0058】加熱陰極室21内にガス導入管39が接続している。この室21は、開口25を経て真空室19に連絡している。

【0059】回転板37は、電気導体47及びそのスイッチ46を経て、他方の極をアースしている調整可能な電源48に接続している。

【0060】電力供給装置32の電圧を、加熱陰極22及びるつぼ30に印加する。

【0061】52は、るつぼ/ライナー/蒸発物への低電圧放電を示しており、53はアルゴン及び酸素の導入管を示している。加工材料エッチングのための公知の装置部分は示していない。

【図面の簡単な説明】

【図1】蒸着温度を変えて形成した本発明の硬質層のクnoop硬さとクロム含量の関係を、サファイアと比較して示すグラフである。

【図2】温度500℃で蒸着した本発明の硬質層のX線スペクトルである。

【図3】標準工作部品として、本発明によって加工でき

るチップを備えたシャフトの側面図である。

【図4】摩耗したチップの斜視図である。

【図5】本発明の方法に適する装置を例示する説明図である。

【符号の説明】

1…チップ

3…シャフト

19…真空室

21…加熱陰極室

22…加熱陰極

27, 32…電流供給装置

30…るつぼ

30a…チタン・ライナー

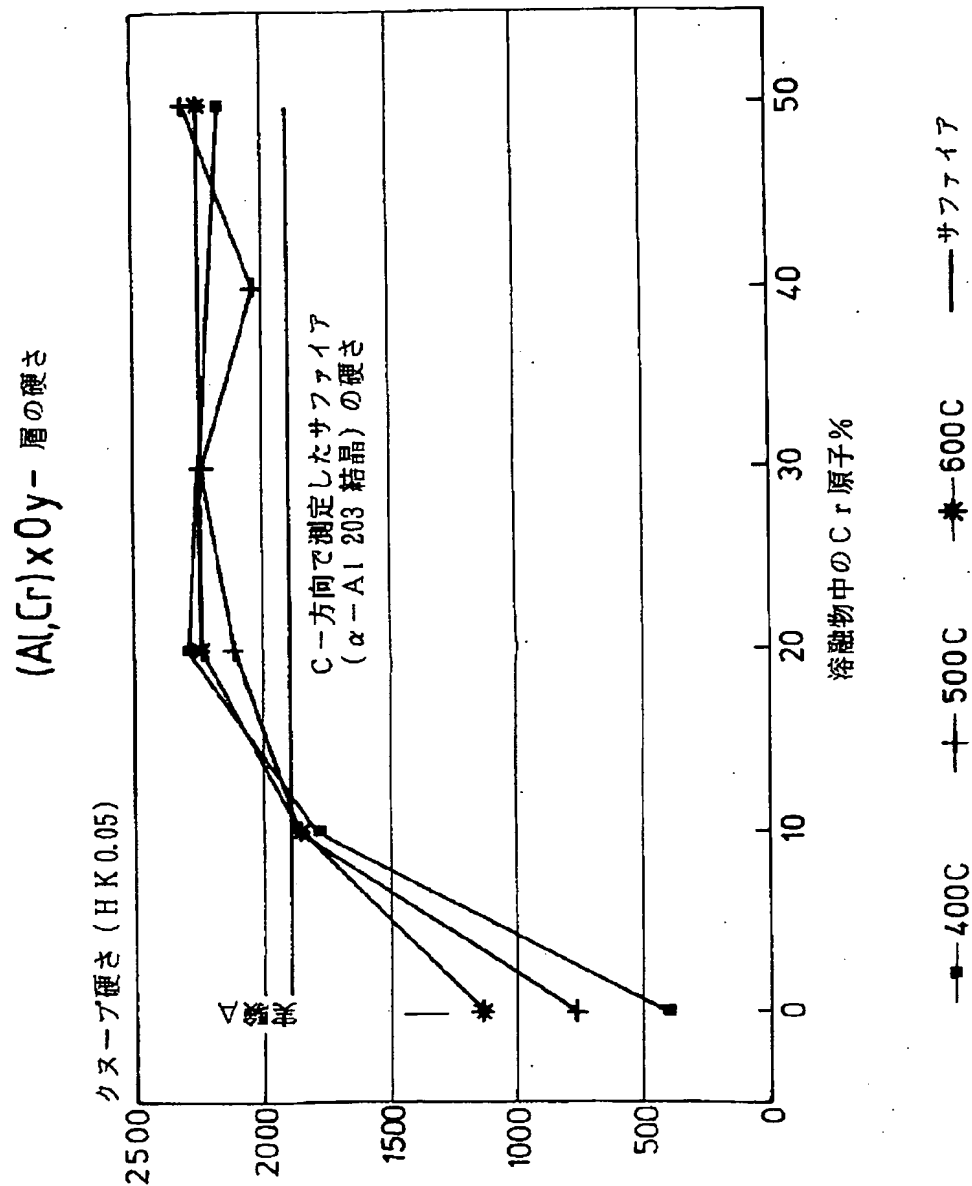
37…回転板

39…ガス導入管

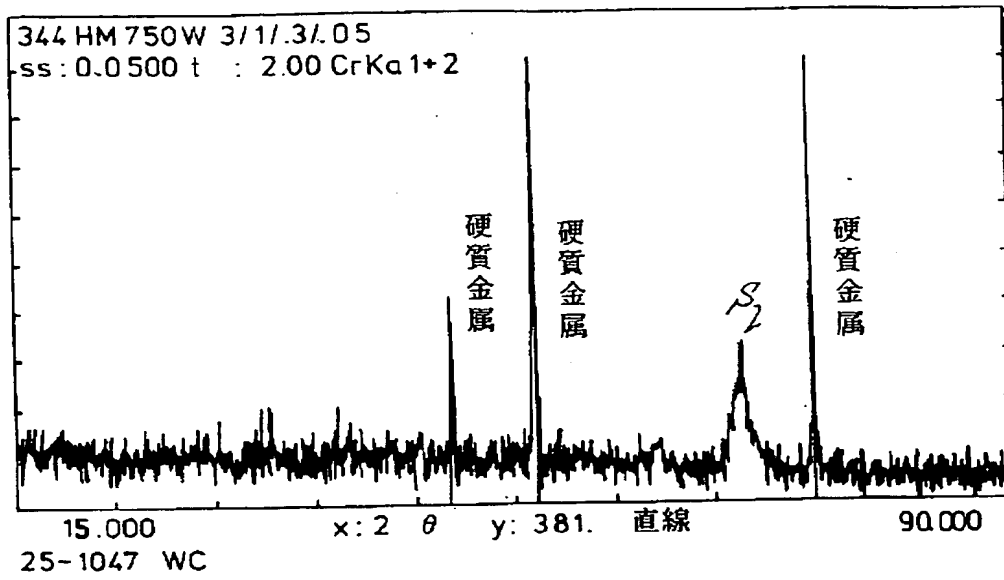
48…電源

53…アルゴンと酸素の導入管

【図1】

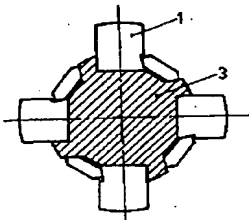


【図2】

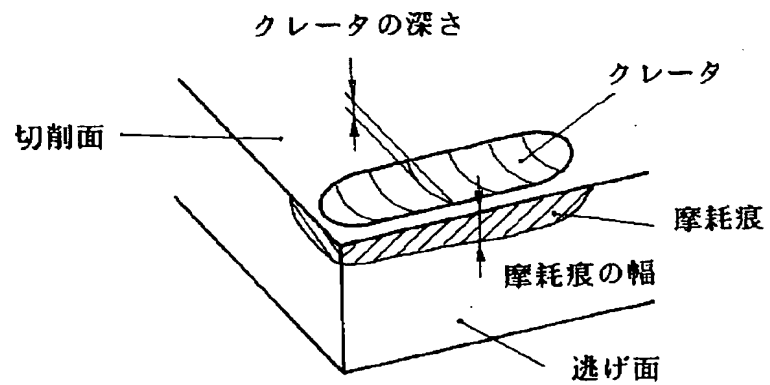


ss: ステップの大きさ  
 t: 測定時間  
 CrKa: クロム管  
 θ: 運動角

【図3】



【図4】





【図 5】

